

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 421 365**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑯

**N° 79 07615**

⑮ Transducteur électrique de déplacement.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>).      **G 01 B 7/30; F 02 P 5/10; G 01 P 3/44//H 01 T 15/02.**

⑯ Date de dépôt .....      27 mars 1979, à 14 h 43 mn.

⑯ ⑯ ⑯ Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne le 29 mars 1978,  
n. 12.330/1978 au nom de la demanderesse.*

⑯ Date de la mise à la disposition du  
public de la demande .....      B.O.P.I. — «Listes» n. 43 du 26-10-1979.

⑯ Déposant : **HUGHES MICROELECTRONICS LIMITED**, résidant en Grande-Bretagne.

⑯ Invention de :

⑯ Titulaire : *Idem* ⑯

⑯ Mandataire : **Cabinet Reginbeau, Corre, Paillet, Martin et Schrimpf.**

La présente invention a trait à un transducteur électrique de déplacement destiné à être utilisé particulièrement, mais non exclusivement, avec un moteur à combustion interne, pour délivrer un signal électrique représentatif de la 5 position angulaire en rotation du vilebrequin du moteur, en vue de commander l'allumage par étincelles du moteur.

Classiquement, l'allumage par étincelles d'un moteur à combustion interne est commandé par des rupteurs mécaniques qui sont actionnés par une came rotative entraînée à partir du vilebrequin du moteur. Le réglage de l'allumage est contrôlé en déplaçant la position angulaire des rupteurs par rapport à l'axe de rotation de la came en fonction du niveau de vide partiel obtenu dans la tubulure d'admission du moteur.

Récemment, des systèmes d'allumage électronique 15 pour des moteurs à combustion interne ont été mis au point. Les systèmes électroniques permettent de contrôler le réglage de l'allumage par étincelles en fonction non seulement du niveau de vide précité, mais également en fonction d'un ensemble d'autres paramètres de fonctionnement du moteur et par conséquent au 20 moteur de fonctionner plus rentablement. Les systèmes d'allumage électronique ne nécessitent pas de système à rupteur et à came classique, mais certains organes sont nécessaires pour délivrer au système un signal électrique représentatif de la position angulaire en rotation du moteur afin que le système puisse 25 contrôler le réglage de l'allumage par étincelles. De plus, la position angulaire du vilebrequin du moteur a besoin d'être contrôlée avec beaucoup plus de précision qu'il n'est possible avec le dispositif classique à came et à rupteur, si les avantages 30 de rendement du fonctionnement du moteur rendus possibles par les systèmes d'allumage électronique doivent être rendus maximaux.

Une proposition antérieure en vue de contrôler la rotation du moteur est d'adapter au volant d'inertie de celui-ci, une série d'aimants permanents espacés avec précision autour de la périphérie du volant. Les aimants sont ajustés dans des trous pratiqués dans le volant. Une bobine exploratrice est montée sur le moteur à proximité du volant de telle sorte que lors de la rotation de celui-ci, chaque aimant induit une impulsion électrique dans la bobine lorsque l'aimant passe devant

celle-ci. Chaque impulsion est ainsi représentative de l'apparition d'une position angulaire particulière du moteur. Il est cependant difficile avec ce dispositif d'obtenir des impulsions à flancs raides ainsi qu'il est nécessaire pour un système 5 d'allumage électronique afin d'indiquer avec précision quand chacun des aimants se trouve en alignement avec la bobine, puisque lorsqu'un aimant s'approche et passe devant la bobine, une montée et une descente relativement longues de l'impulsion induite se produisent, si bien qu'il est difficile de déterminer la crête de l'impulsion et par suite l'instant d'alignement de la bobine et de l'aimant. Afin de réduire, mais 10 non de surmonter, cette difficulté, la bobine est montée aussi proche que possible du volant, typiquement à moins de 2,5 mm, ce qui est difficile à obtenir en pratique sans augmenter le 15 coût du moteur. On comprendra également qu'il est souhaitable d'effectuer un perçage précis du volant pour ajuster les aimants, ce qui accroît sensiblement le coût du moteur. Une autre difficulté suscitée avec cette proposition de l'art antérieur est que lors de son utilisation, de la crasse tend à s'accumuler sur la 20 bobine exploratrice, ce qui provoque une réduction de l'amplitude de crête des impulsions induites au fur et à mesure que la crasse s'accumule, rendant ainsi difficile d'utiliser des circuits à seuil pour améliorer la forme des impulsions induites. Si l'on utilise un circuit à seuil avec un seuil fixe, l'amplitude 25 du seuil doit être relativement basse afin de tenir compte de la réduction d'amplitude de l'impulsion qui apparaîtra avec le temps pour les impulsions induites par l'aimant, si ces impulsions doivent toujours dépasser le niveau du seuil. Le seuil relativement faible provoque par conséquent des résultats imprécis. 30

La présente invention a pour but de réaliser un transducteur de déplacement mécaniquement plus simple et plus économique qui s'applique particulièrement, mais non exclusivement, pour délivrer un signal électrique représentatif de la position angulaire en rotation d'un moteur à combustion interne. 35

Un autre but de l'invention est de réaliser un transducteur de déplacement dans lequel les tolérances selon lesquelles les constituants doivent être assemblés sont sensiblement réduites en comparaison des propositions de l'art anté-

rieur précitées.

Un autre but de l'invention est de réaliser un transducteur de déplacement pour délivrer un signal de sorte représentatif de la position angulaire en rotation du moteur, et qui puisse être facilement ajusté sur le moteur.

5

Un autre but de l'invention est de réaliser un transducteur de déplacement dans lequel une lente accumulation de crasse sur celui-ci n'affectera pas dangereusement sa précision.

10

Conformément à la présente invention, on prévoit un transducteur électrique de déplacement comportant des organes d'émission et de réception espacés les uns des autres pour émettre et recevoir, respectivement, ladite énergie, et un élément destiné à être déplacé entre lesdits organes d'émission et de réception, l'élément étant agencé pour interrompre de façon répétitive le passage de ladite énergie des organes d'émission aux organes de réception lorsque l'élément est déplacé entre eux. Les organes de réception sont agencés pour délivrer un signal de sortie électrique qui prend une première amplitude durant les interruptions répétitives provoquées par l'élément mobile, le signal de sortie prenant une seconde amplitude différente pendant des périodes entre lesdites interruptions. Le signal de sortie est appliqué à un circuit qui délivre un signal de commande représentatif d'une moyenne des première et seconde amplitudes du signal de sortie, et un comparateur est agencé pour comparer l'amplitude dudit signal de sortie à l'amplitude dudit signal de commande et pour délivrer un signal représentatif du début et de la fin desdites interruptions provoquées par l'élément mobile.

30

Le transducteur de l'invention présente l'avantage que le signal délivré par le comparateur fournit une indication précise du début et de la fin des interruptions provoquées par l'élément mobile, même dans le cas d'une variation de l'amplitude du signal provoquée par une accumulation de crasse sur les organes d'émission ou de réception. Cet avantage résulte du fait que le signal de sortie provenant des organes de réception est comparé dans le comparateur à un signal de contrôle représentatif d'une moyenne des première et seconde ampli-

5 tudes du signal de sortie et altèrera en conséquence la valeur du signal de commande. Ainsi, le signal de commande définit effectivement un seuil variable qui variera automatiquement pour tenir compte d'une accumulation de crasse ou d'autres facteurs qui altèrent l'amplitude du signal de sortie provenant des organes de réception.

10 De préférence, les organes d'émission et de réception comportent des bobines espacées l'une de l'autre en vue d'un couplage inductif entre elles, et l'élément mobile est constitué par un disque rotatif dont la périphérie est crénelée, les bobines étant positionnées de sorte que, lors de la rotation du disque, ces créneaux interrompent le couplage inductif entre les bobines. Avec cette disposition préférée, le disque peut être monté pour tourner avec le vilebrequin d'un moteur à combustion interne. Les bords des créneaux peuvent être positionnés pour définir des positions prédéterminées avant le point mort haut pour les pistons respectifs du moteur, de sorte qu'en utilisation, le signal délivré par le comparateur fournit une indication des positions qui peut être utilisée dans un système de 15 réglage d'allumage électronique en tant que référence pour une utilisation dans le calcul de réglages appropriés d'étincelles d'allumage.

20

25 Le disque est un constituant bon marché qui peut être réalisé par estampage à partir d'une plaque d'aluminium, et peut être aisément incorporé au moteur ou peut être boulonné sur un élément qui tourne avec le moteur, tel que le ventilateur de refroidissement.

30 On comprendra ainsi que cette forme préférée du transducteur de l'invention est une disposition bon marché qui fournit une indication précise de la rotation angulaire du moteur. De plus, un espacement relativement large, typiquement de 5 mm, entre les bobines d'émission et de réception peut être obtenu sans altérer la précision du transducteur .

35 L'invention sera mieux comprise et plus facilement mise en oeuvre grâce à la description qui va suivre d'un mode de réalisation préféré, donné à titre d'exemple, en regard des dessins annexés.

La Figure 1 est une vue en perspective sché-

matique d'un transducteur électrique de déplacement de la présente invention installé sur un moteur à combustion interne.

La figure 2 est une vue en perspective plus détaillée d'une partie du transducteur représenté sur la Figure 5 1.

La figure 3 est un schéma de circuit du transducteur.

La figure 4 représente plusieurs formes d'onde électrique développées dans l'utilisation du circuit de la 10 figure 3.

On se réfère tout d'abord à la figure 1 sur laquelle est représenté un moteur d'automobile à combustion interne 1 à six cylindres, équipé d'un transducteur électrique de déplacement selon l'invention. Le transducteur comporte un élément entraîné en rotation par le moteur, cet élément étant constitué par un disque métallique 2 monté sur le vilebrequin du moteur et possédant une périphérie crénelée. Monté sur le carter du moteur, se trouve un détecteur électrique 3 qui délivre des signaux électriques représentatifs de la position angulaire de la rotation du disque 2. Le dispositif 3 est commandé par des 15 signaux électriques provenant d'un circuit de commande représenté schématiquement en 4, et des signaux de sortie provenant du dispositif 3 sont appliqués au circuit 4.

Le circuit 4 délivre des signaux sur un fil 5 qui sont représentatifs de la position angulaire de la rotation du disque 2 et ces signaux sont appliqués à un circuit de calcul 6 qui utilise ces signaux comme référence dans le calcul du réglage approprié d'étincelles d'allumage pour le moteur, le réglage étant calculé en réponse aux paramètres de fonctionnement détectés du moteur. De tels circuits de calcul sont connus, un 20 tel circuit étant décrit dans le brevet britannique N° 1.481.683.

Le signal de sortie du circuit de calcul est appliqué à un dispositif 7 de génération et de distribution d'é-35 tincelles qui peut être d'un type quelconque bien connu et ne sera pas décrit en détail dans le présent mémoire. Le dispositif 7 délivre des étincelles électriques à haute tension à des bougies d'allumage classiques 8 installées dans le moteur 1.

Le disque 2 et le détecteur 3 du transducteur sont représentés plus en détail sur la figure 2. Le disque 2 possède trois créneaux 9 qui délimitent six bords 10 s'étendant radialement dont chacun a pour rôle de définir une position prédéterminée du cycle de rotation angulaire du moteur. Plus particulièrement les bords sont disposés de sorte que lorsqu'ils passent devant le capteur 3, les bords appropriés définissent un angle prédéterminé avant le point mort haut pour les six pistons du moteur. Le capteur 3 est agencé pour déterminer le passage des bords 10 et comporte un organe émetteur et un organe récepteur disposés sur des côtés opposés du disque 2, les organes émetteurs comportant une bobine 11 enroulée sur un noyau de ferrite 12 en forme de U ayant ses pôles 12a, 12b disposés selon une ligne s'étendant radialement au disque, et les organes récepteurs comportant une bobine 13 à prise médiane, sur un noyau de ferrite 14, disposée de façon similaire dans cet exemple.

Ainsi qu'on l'expliquera plus en détail ci-après, la bobine 11 est excitée par une oscillation électrique pour induire un signal électrique dans la bobine 13. Lors de la rotation du disque 2, les créneaux 9 interrompent de façon répétitive le passage du flux magnétique de la bobine 11 à la bobine 13 et ainsi le signal de sortie induit dans la bobine 13, lors de la rotation du disque 2, alterne entre deux amplitudes de crête dont la première est d'amplitude relativement faible et apparaît durant les périodes où les créneaux 9 interrompent le couplage inductif entre les bobines 11, 13 et dont la seconde est d'amplitude relativement grande et apparaît pendant des périodes entre les interruptions. Ainsi, on comprendra que les transitions entre les deux amplitudes de crête du signal induit dans la bobine 13 sont représentatives du passage des bords 10 du disque 2 à travers le détecteur 3. Le circuit de commande 4 est agencé pour détecter ces transitions entre les deux amplitudes de signal de crête.

Le circuit de commande 4 sera à présent décrit en détail en référence à la figure 3 et y est représenté dans un encadrement en pointillés. Le circuit est actionné par une horloge (non représentée) qui applique des impulsions de

rythme à une borne 15. Les impulsions de rythme sont typiquement d'une fréquence de 100 kHz ou plus et son appliquées à un circuit de commande 16 qui délivre à la fréquence des impulsions d'horloge une forme d'onde rectangulaire ou sinusoïdale qui 5 est utilisée pour exciter la bobine 11. La forme d'onde du signal appliqué à la bobine 11 est représentée sur la figure 4a. La forme d'onde du signal induit dans la bobine 13 lorsque le disque 2 tourne, est représentée sur la figure 4b et on voit que le signal induit est constitué par le signal de la 10 figure 4a modulé en amplitude de façon répétitive à une première amplitude de signal de crête tandis que les créneaux 9 interrompent le couplage inductif entre les bobines, et modulé en amplitude à une seconde amplitude de signal de crête plus élevée pendant des périodes entre les interruptions provoquées par 15 les créneaux 9. On remarquera également qu'aux transitions entre les deux niveaux de signal de crête, un temps de montée et de descente fini se produit en résultat du temps pris par les bords 10 pour franchir les bobines 11, 13.

Le signal modulé induit dans la bobine 13 à 20 prise médiane est appliqué sur des fils 17, 18 à un démodulateur à deux alternances 19 pour extraire la fréquence porteuse de la forme d'onde d'horloge et ainsi prélever un signal représentatif de la modulation d'amplitude effectuée par la rotation du disque 2.

Le démodulateur comporte deux portes de transmission CMOS 20, 21 reliées aux fils 17, 18, respectivement, et un inverseur 22. Les électrodes de porte des transistors MOS des portes 21, 22 reçoivent soit la forme d'onde d'horloge soit son inverse délivré par l'inverseur 22, de manière à récupérer l'enveloppe de modulation d'amplitude produite par la rotation du disque 2. La sortie du démodulateur 19 est appliquée 30 à un filtre comportant une résistance R1 et un condensateur C1 agencé pour filtrer les harmoniques engendré par le démodulateur.

Le signal de sortie filtré du démodulateur 19 35 est représenté sur la figure 4c et l'on voit que le signal de sortie filtré varie de façon répétitive entre un premier niveau de signal d'amplitude  $V_1$  et un second niveau de signal d'amplitude  $V_2$  chaque fois qu'un des bords 10 du disque passe entre les

bobines 11, 13, le signal ayant des temps de montée et de descente finis  $t_r$ ,  $t_s$  lorsque les bords 10 passent entre les bobines.

5 Afin de détecter l'instant des transitions dans la forme d'onde de la figure 4c avec précision, le signal de sortie filtré du démodulateur 19 est appliqué à une entrée d'un amplificateur différentiel 24 qui agit en tant que comparateur conformateur. L'autre entrée de l'amplificateur 24 reçoit un niveau continu  $V_a$  obtenu à partir de la sortie du démodulateur par un circuit de filtrage comportant une résistance  $R_2$  et 10 un condensateur  $C_2$ . Le niveau continu  $V_a$  est agencé pour être une moyenne des amplitudes des niveaux de signal  $V_1$ ,  $V_2$  et est de préférence lié comme suit :

$$V_a = \frac{1}{2} (V_1 + V_2)$$

15 Ainsi, le comparateur 24 délivrera seulement un signal de sortie sur le fil 23 lorsque le niveau de signal représenté sur la figure 4c dépasse l'amplitude  $V_a$ , qui se traduit par une forme d'onde rectangulaire sur le fil 23 comme présenté sur la figure 4d. Les bords antérieur et postérieur de la forme d'onde rectangulaire sont représentatifs avec précision du passage des bords 10 du disque 2 entre les bobines 11, 13, puisque l'amplitude de la sortie filtrée du démodulateur 19 devient égale à  $V_a$  à mi-chemin des temps de montée et de descente  $t_r$ ,  $t_s$ . L'agencement du comparateur 24 et le circuit de filtrage  $R_2$ ,  $C_2$  effectuant une moyenne, procure un avantage 20 substantiel du fait que l'instant des bords antérieur et postérieur des impulsions de la forme d'onde de la figure 4d n'est pas affecté défavorablement par des dérives à long terme des amplitudes de  $V_1$  et/ou de  $V_2$ , puisque la sortie filtrée du démodulateur 19 est toujours comparée à une moyenne de  $V_1$  et de  $V_2$ , et la moyenne sera affectée de façon commensurable par les dérives à long terme de  $V_1$  et/ou de  $V_2$  de sorte que les bords antérieur et postérieur de la forme d'onde de la figure 4d se produira toujours à mi-course des transitions entre  $V_1$  et  $V_2$ .

35 Egalement, on voit que des variations de la fréquence de la forme d'onde d'horloge appliquée à la borne 15 n'affectera pas sensiblement la précision de la sortie sur le fil 23.

De plus, la conception du circuit de filtrage C2, R2 peut être agencée de sorte que le transducteur fonctionne avec précision sur la plage normale de vitesses d'un moteur à combustion interne.

5 Le circuit 4 possède également l'avantage qu'il peut être facilement réalisé selon des techniques de circuit intégré CMOS et peut être intégré aux composants du circuit de calcul 6.

10 Bien que dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, les organes d'émission et de réception comportent des bobines disposées sur des noyaux de ferrite, d'autres dispositifs tels qu'une diode électroluminescente et un photodétecteur pourraient être utilisés. Cependant, on préfère utiliser particulièrement le dispositif à bobines décrit du fait qu'il permet un large espacement de 5 mm par exemple entre les noyaux, n'est pas affecté par la crasse ou autres dépôts s'y accumulant, et peut résister aux vibrations, aux chocs et aux variations de température qui apparaissent à proximité d'un moteur à combustion interne.

20 Bien que le mode de réalisation décrit ci-dessus de l'invention soit utilisé dans un système d'allumage par étincelles de moteur, le transducteur possède d'autres applications et peut être utilisé pour une injection de carburant, un recyclage de gaz d'échappement et autres systèmes de commande de moteur.

REVENDICATIONS

1) Transducteur électrique de déplacement, caractérisé en ce qu'il comporte des organes d'émission et de réception espacés l'un de l'autre pour émettre de l'énergie et recevoir ladite énergie, respectivement, un élément destiné à être déplacé entre lesdits organes d'émission et de réception, ledit élément étant agencé pour interrompre de façon répétitive le passage de ladite énergie des organes d'émission aux organes de réception en fonction du mouvement de l'élément entre lesdits organes, lesdits organes de réception étant agencés pour délivrer un signal de sortie électrique qui prend une première amplitude durant lesdites interruptions répétitives et une seconde amplitude différente pendant des périodes entre lesdites interruptions, et des moyens agencés pour délivrer une sortie indicatrice des instants où ledit signal dépasse une amplitude représentative d'une moyenne desdites première et seconde amplitudes, ce qui permet d'obtenir une indication du début et de la fin desdites interruptions.

2) Transducteur électrique de déplacement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément comporte un disque rotatif ayant une périphérie crénelée, les organes d'émission et de réception étant placés de telle sorte que, lors de la rotation du disque, les créneaux de celui-ci provoquent lesdites interruptions répétitives.

25 3) Transducteur électrique de déplacement selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits organes d'émission et de réception comportent des bobines espacées l'une de l'autre pour un couplage inductif entre elles.

4) Transducteur électrique de déplacement selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit de commande agencé pour appliquer une oscillation électrique à l'une desdites bobines, un démodulateur connecté pour recevoir le signal induit dans l'autre desdites bobines et agencé pour délivrer un signal démodulé représentatif d'une modulation d'amplitude effectuée par le déplacement dudit élément sur le signal induit dans ladite seconde bobine.

5) Transducteur électrique de déplacement selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit circuit de commande possède une entrée pour recevoir des impulsions d'horloge et est agencé pour délivrer ladite oscillation électrique à une fréquence 5 commandée par la fréquence desdites impulsions, et en ce que ledit démodulateur est connecté pour recevoir lesdites impulsions d'horloge.

6) Transducteur électrique de déplacement selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit démodulateur comporte 10 des portes de transmission CMOS, dont les électrodes de porte de leurs transistors sont connectées pour recevoir lesdites impulsions d'horloge ou leur inverse.

7) Transducteur électrique de déplacement selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend un 15 circuit de filtrage relié au démodulateur et agencé pour délivrer ledit signal de commande.

8) Transducteur électrique de déplacement selon la revendication 7, caractérisé en ce que le comparateur est constitué par un amplificateur différentiel ayant une première entrée 20 reliée pour recevoir ledit signal de commande provenant dudit circuit de filtrage et possédant une seconde entrée pour recevoir le signal démodulé provenant du démodulateur.

9) Transducteur électrique de déplacement selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens 25 agencés pour délivrer une sortie comprennent des moyens qui reçoivent ledit signal provenant des organes de réception et sont aptes à produire un signal de commande dont l'amplitude représente une moyenne desdites première et seconde amplitudes, ainsi qu'un comparateur agencé pour comparer l'amplitude dudit signal provenant des organes récepteurs à l'amplitude du signal de commande 30 de façon à fournir ladite sortie.

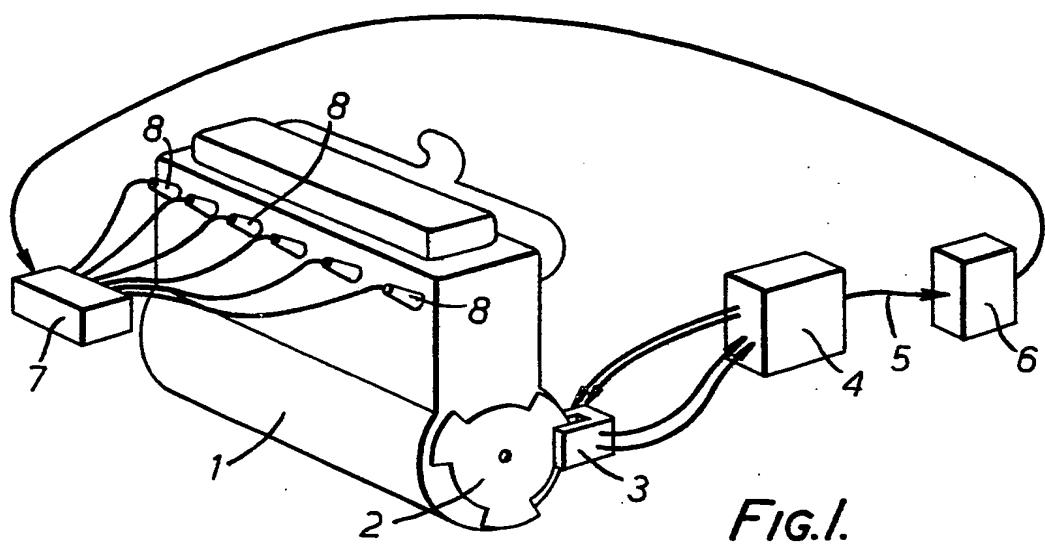


FIG.1.

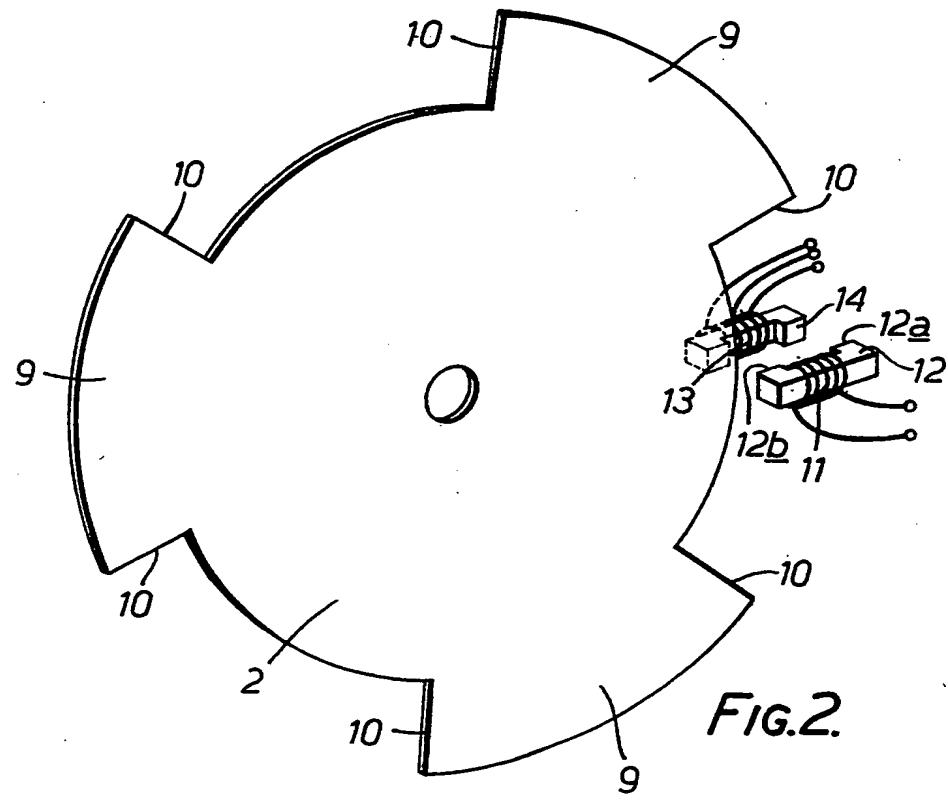


FIG.2.

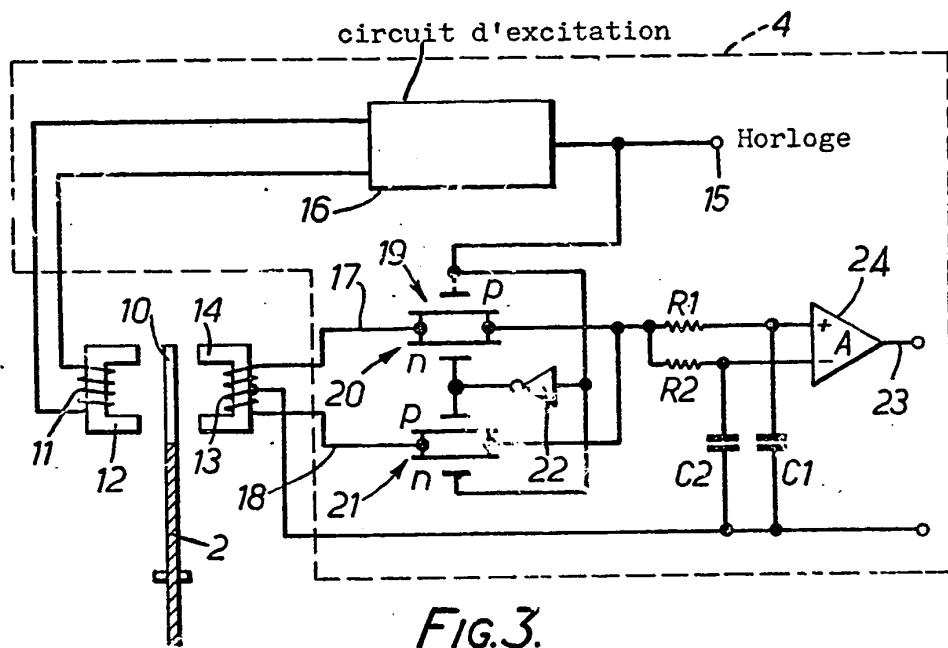


FIG. 3.

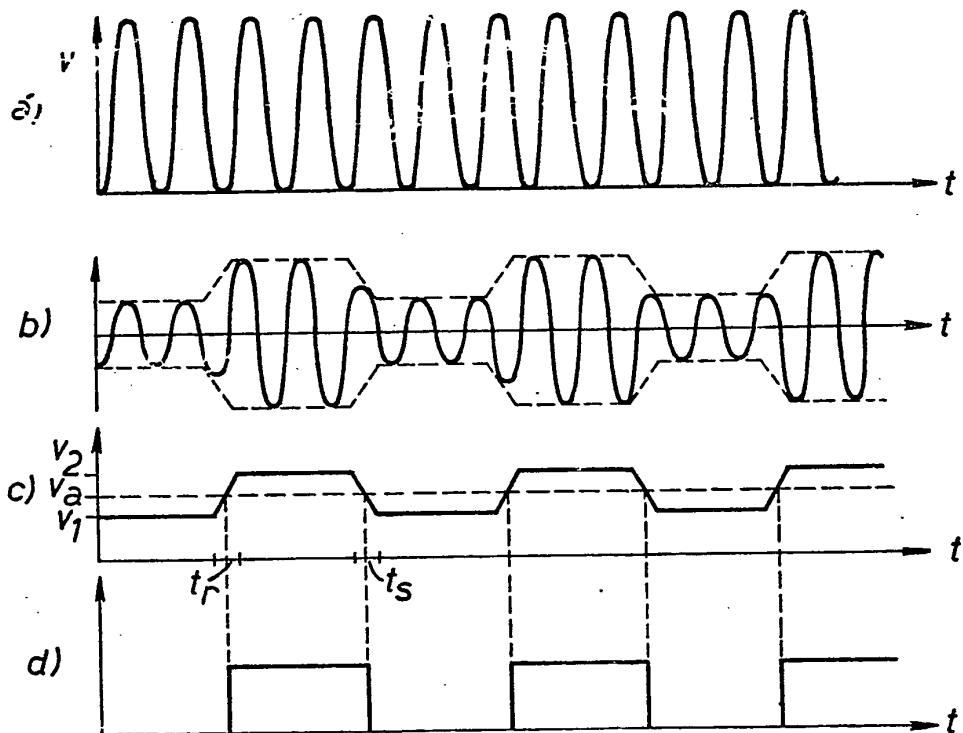


FIG. 4.